

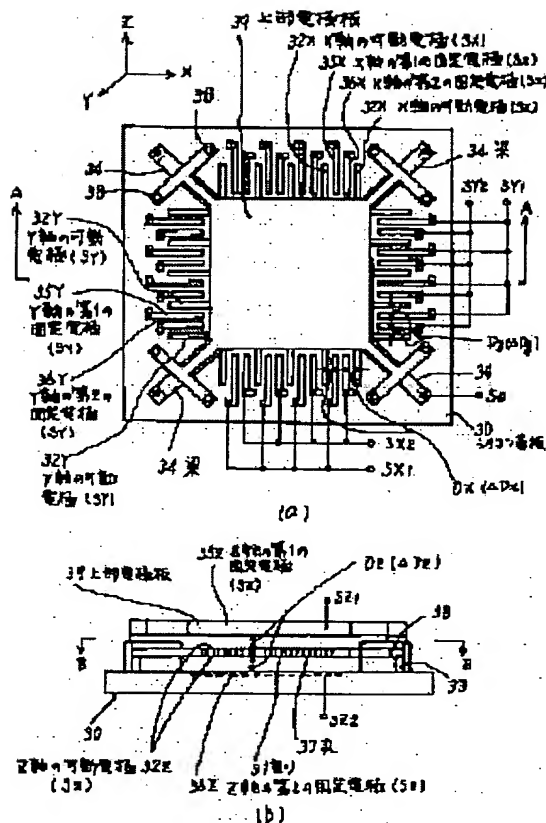
ACCELERATION SENSOR

Patent number: JP7245413
 Publication date: 1995-09-19
 Inventor: KAMIYANAGI KATSUMICHI
 Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD
 Classification:
 - international: H01L29/84; G01P15/125
 - european:
 Application number: JP19940035122 19940307
 Priority number(s):

Abstract of JP7245413

PURPOSE: To detect the acceleration in the directions of three axes with a single sensor by supporting a weight in square plate of poly Si for forming Z-axis movable electrode between the Si substrate of X/Y-axis surfaces and the upper electrode plate of poly Si which becomes the fixed electrode of Z axis with the beam of each corner and then converting the displacement in weight to the increase/decrease in the electrostatic capacity between the electrodes.

CONSTITUTION: When an acceleration in X-axis direction is applied to a weight 31, a beam 34 is deflected in X-axis direction with the support point at the other edge part as a support, the weight 31 is displaced in X-axis direction and the electrostatic capacity between a movable electrode 32X and a fixed electrode 35X increases, and the electrostatic capacity between the electrodes 32X and 36X decreases. The amount of change of the electrostatic capacity is taken between terminals S0 and SX1 and between terminals S0 and SX2, thus detecting the acceleration in X-axis direction. Also, in a similar manner, the amount of change in the electrostatic electricity due to the application of acceleration in Y-axis and Z-axis directions to the weight 31 is taken between terminals S0 and SY1 and between terminals S0 and SY2 and then between terminals S0 and SZ1 and between terminals S0 and SZ2, thus detecting the acceleration in X-axis and Z-axis directions.



使用後返却願います

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-245413

(43) 公開日 平成7年(1995)9月19日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 29/84

G 0 1 P 15/125

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

A 8932-4M

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全7頁)

(21) 出願番号 特願平6-35122

(22) 出願日 平成6年(1994)3月7日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 上▲やなぎ▼勝道

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

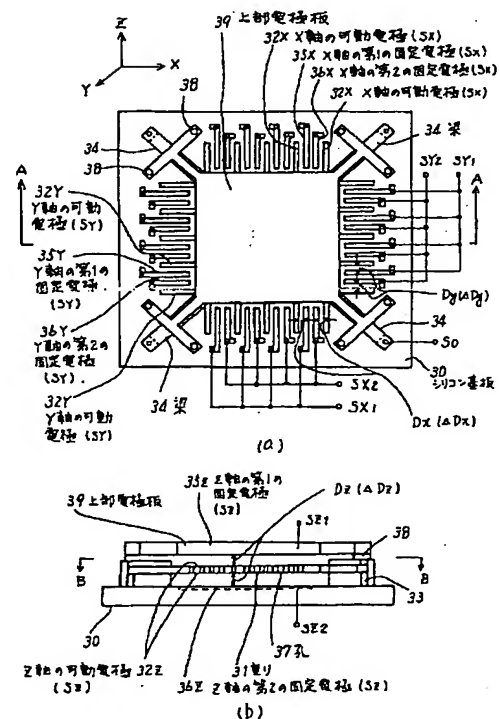
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 加速度センサ

(57) 【要約】

・【目的】 1個の加速度センサでX、Y、Zの3軸方向の加速度を検出可能にする。

・【構成】 Z軸の第2の固定電極36Zが設けられたシリコン基板30と、この上面に間隔を隔てて設けられ、その上下面がZ軸の可動電極32Zを形成し、その両側面にそれぞれ複数個の電極からなるX軸およびY軸の可動電極32X、32Yが設けられた重り31と、この上面に間隔を隔てて、Z軸の第1の固定電極35Zを形成する上部電極板39と、可動電極32X、32Yの各電極間に設けられたX軸およびY軸の第1の固定電極35X、35Yおよび第2の固定電極36X、36Yと、重り31を3軸方向に変位自在に支持する梁34とで構成する。



・【特許請求の範囲】

・【請求項 1】シリコン基板と、このシリコン基板の上面に間隔を隔てて設けられ、その上面および下面が可動電極（以下 Z 軸の可動電極と称する）を形成するポリシリコンの四角形の板からなる重りと、この重りの上面に間隔を隔てて設けられ、その下面が固定電極（以下 Z 軸の第 1 の固定電極と称する）を形成する上部電極板と、この重りの各角にそれぞれ結合され、この重りを横方向、奥行方向および上下方向（以下 X 軸方向、Y 軸方向および Z 軸方向と称する）に変位自在に支持するポリシリコンの梁と、この重りの Y 軸方向の側面にこの側面に対し直角方向に間隔をおいて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなる X 軸の可動電極と、この重りの X 軸方向の側面にこの側面に対し直角方向に間隔をおいて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなる Y 軸の可動電極と、この重りの下面の Z 軸の可動電極に対向して前記シリコン基板の上面に設けられた Z 軸の第 2 の固定電極と、X 軸の可動電極の各電極の間に、その一方の電極およびその他方の電極にそれぞれ間隔を隔てて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなる X 軸の第 1 の固定電極および第 2 の固定電極と、Y 軸の可動電極の各電極の間に、その一方の電極およびその他方の電極にそれぞれ間隔を隔てて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなる Y 軸の第 1 の固定電極および第 2 の固定電極とからなることを特徴とする加速度センサ。

・【請求項 2】請求項 1 に記載のものにおいて、シリコン基板の上面の Z 軸の第 2 の固定電極をこのシリコン基板に不純物の拡散によって形成したことを特徴とする加速度センサ。

・【請求項 3】請求項 1 あるいは 2 に記載のものにおいて、X、Y、Z 軸のそれぞれの可動電極と第 1 あるいは第 2 の固定電極とが対向する面積を S_x 、 S_y 、 S_z とし、これら電極の間隔を D_x 、 D_y 、 D_z とし、各 X、Y、Z 軸方向に同じ加速度が加わったときの重りの変位を ΔD_x 、 ΔD_y 、 ΔD_z とすると、

$$S_x / D_x = S_y / D_y = S_z / D_z$$

$$S_x / (D_x - \Delta D_x) = S_y / (D_y - \Delta D_y) = S_z / (D_z - \Delta D_z)$$

の関係が成立するように各軸の可動電極と第 1 あるいは第 2 の固定電極を形成したことを特徴とする加速度センサ。

・【請求項 4】請求項 1 ないし 3 に記載のものにおいて、重りに板厚方向の複数個の孔を設けたことを特徴とする加速度センサ。

・【発明の詳細な説明】

・【0001】

・【産業上の利用分野】本発明は、例えば自動車の加速度状態、揺れの状態などを検出し、その検出信号を処理してエアバックシステムなどの各種制御に用いられる超小形の加速度センサに関する。

・【0002】

・【従来の技術】図 3 はこの種の加速度センサとして広く用いられている歪ゲージ形の加速度センサの従来例を示し、(a) は縦断面図、(b) は (a) の C-C 横断面図である。図 3 において、加速度センサは半導体からなり、四角形の厚肉状の重り 10 と、この重り 10 の一側面、図 3 では左側面に間隔を隔てて設けられた支持体 12 と、重り 10 の左側面と対向する支持体 12 の側面を連結する薄肉状の梁 11 とからなり、この梁 11 の上面に長さ方向に歪ゲージ 14 が、例えば不純物の拡散によって形成される。

・【0003】この加速度センサの動作は次の通りである。今、重り 10 に対し垂直方向の加速度が加わると重り 10 は垂直方向に変位し、梁 11 は垂直方向に撓む。このとき、この梁 11 の上面に加速度の方向に応じて圧縮あるいは引っ張り応力が働き、歪ゲージ 14 はその抵抗値が減少あるいは増加する。この歪ゲージ 14 の抵抗値の変化から加速度を検出する。

・【0004】この加速度センサは、重り 10 の片側を 1 個の梁 11 で支持する構造となっているので衝撃に弱く、通常シリコンオイルなどのダンピング液 16 が封入された密閉容器 15 内に台座 13 を介して収納する。しかし、この加速度センサでは耐衝撃性を高めるためのダンピング液の粘度が温度によって大きく変化するため、検出感度の温度係数が大きい問題がある。また、この検出感度の温度係数を回路で補償しようとする複雑なものとなり、コスト上昇の要因となる。

・【0005】この問題点を解決するために、図 4 に示す歪ゲージ形の加速度センサが提案されている。図 4 において、(a) は縦断面図、(b) は (a) の D-D 横断面図であり、加速度センサは半導体からなり、四角形の厚肉状の重り 10 と、この重り 10 の対向する一方向の両側面、図 4 では横方向の両側面に間隔を隔てて設けられた支持体 12A、12B と、重り 10 の左側面と対向する支持体 12A の側面を連結する薄肉状の梁 11A、および重り 10 の右側面と対向する支持体 12B の側面を連結する薄肉状の梁 11B とからなり、梁 11A の支持体 12A との結合部側上面および重り 10 との結合部側上面にそれぞれ長さ方向に歪ゲージ 14A、14B が、梁 11B の支持体 12B との結合部側上面および重り 10 との結合部側上面にそれぞれ長さ方向に歪みゲージ 14C、14D が、例えば不純物の拡散によって形成される。そして重り 10 の上面および下面に、それぞれこの重り 10 の動作変位量より僅かに大きい間隔 g を隔てて、例えばガラスからなる上部台座 17 および下部台座 18 が設けられている。

・【0006】この加速度センサの動作は次の通りである。今、重り 10 に対し垂直方向の加速度が加わると、重り 10 は垂直方向に変位し、梁 11A および 11B は垂直方向に撓む。このとき、梁 11A および 11B の支

持体 12A あるいは 12B との結合部側上面に加速度の方向に応じて圧縮あるいは引っ張り応力が、重り 10 との結合部側上面に引っ張りあるいは圧縮応力がそれぞれ働く。これによって、歪ゲージ 14A および 14D はその抵抗値が減少あるいは増加し、歪ゲージ 14B あるいは 14C はその抵抗値が増加あるいは減少する。この歪ゲージ 14A、14B、14C、14D の抵抗値の変化から加速度を検出する。なお、この場合歪ゲージ 14A と 14D、歪ゲージ 14B と 14C とをそれぞれ対向させて、ホイートストブリッチを構成して抵抗値の変化

を検出するようにすると、感度が高く好適である。
 ・【0007】この加速度センサは重り 10 の両側を 2 個の梁 11A、11B で支持する構造となっているので衝撃に強く、かつ動作時重り 10 の上面と上部台座 17 の間、あるいは重り 10 の下面と下部台座 18 の間にある気体の圧縮による、所謂、スキーズフィルム効果でダンピングが加えられるので、この場合はダンピング液にかえて N_2 あるいは乾燥空気などの不活性気体 19 が封入された密閉容器 15 に下部台座 18 を介して収納する。

・【0008】この不活性気体 19 のスキーズフィルム効果によるダンピングは温度依存度が小さいので、この加速度センサでは検出感度の温度係数は小さくなるが、重り 10 の上下に半導体製造プロセスとは異なるガラスの上部台座および下部台座 17、18 を設ける必要があり、コストが上昇する問題がある。この問題点を解決するために、更に図 5 に示す容量形の加速度センサが提案されている。図 5 に示す加速度センサは、ELECTRONIC DESIGN AUGUST 8, 1991 などに記載されているもので、図 5 (a) は斜視図、図 5 (b) は図 5 (a) の要部断面図である。図 5 において、この加速度センサはシリコン基板 20 と、このシリコン基板 20 の上面に間隙 g を隔てて設けられたポリシリコンの四角形の板状の重り 21 と、この奥行方向の対向する両側面に、この両側面に対し直角方向に間隙をおいて設けられた複数個の電極からなる可動電極 22 と、この重り 21 の各角にそれぞれその一方の端部が結合され、その他方の端部がポリシリコンからなる支持柱 23 を介してシリコン基板 20 に固定され、重り 21 を横方向に変位自在に支持するポリシリコンからなる 4 個の梁 24 と、奥行方向の対向する両側面の可動電極 22 の各電極の間に、この一方の電極および他方の電極にそれぞれ間隔を隔てて設けられ、それらの下面がシリコン基板 20 に固定されたポリシリコンの複数個の電極からなる第 1 の固定電極 25 および第 2 の固定電極 26 とから構成され、可動電極 22 から重り 21 および梁 24 を介し端子 S_0 が、第 1 の固定電極 25 から端子 S_1 が、各第 2 の固定電極 26 から端子 S_2 がそれぞれ引き出される。なお、結線は簡単のため手前側の各電極だけ記入してある。そして、通常 N_2 あるいは乾燥空気などの不活

性気体が封入された密閉容器にシリコン基板 20 を介し収納される。

・【0009】ここで、シリコン基板 20 は固有抵抗の高い絶縁性のシリコンからなり、ポリシリコンは不純物がドーピングされて固有抵抗の低い導電性のシリコンとなっている。この加速度センサの動作は次の通りである。重り 21 に横方向の加速度が加わると、梁 24 はその他方の端部の支持点を支点として横方向に撓み、重り 21 は横方向に変位する。この重り 21 の変位によって、例えば可動電極 22 と第 1 の固定電極 25 とは接近してこの間の静電容量は増大し、可動電極 22 と第 2 の固定電極 26 とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の値を端子 S_0 、 S_1 間および端子 S_0 、 S_2 間から取り出し、差動増幅器などによって信号処理を行って加えられた横方向の加速度を検出する。

・【0010】この加速度センサは、シリコン基板の表面にポリシリコンなどのシリコン層と、PSG (Phospho Silicate Glass, 燐珪酸ガラス) からなる犠牲層とを多層に形成し、マイクロマシン技術によって加工後犠牲層を弗酸などに取り除き、超小形の多層構造体を形成する、所謂、多層マイクロマシン技術によって製造される。

・【0011】この加速度センサは、重り 21 の各角を 4 個の梁 24 で支持する構造となっているので衝撃に強く、かつ製造工程において、例えばガラス工程のような半導体製造プロセスと異なる工程がないので低コストとなる。

・【0012】

・【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述の新しく提案された容量形の加速度センサにおいても、なお次のような問題がある。すなわち、この加速度センサは一方向の加速度を検出するものであるもので、例えば自動車の加速度状態、揺れの状態などを検出し、その検出信号を処理してエアバックシステムなどの各種制御に用いる場合、一方向だけの加速度検出だけでは不足するので、例えば X、Y、Z の 3 軸方向を検出しようとする、3 個の加速度センサを組み合わせる用いることが必要になり、このためコストが著るしく上昇する。

・【0013】本発明の目的は、1 個の加速度センサで 3 軸方向の加速度の検出可能な加速度センサを提供することにある。

・【0014】

・【課題を解決するための手段】前述の目的を達成するために、本発明の加速度センサはシリコン基板と、このシリコン基板の上面に間隔を隔てて設けられ、その上面および下面が可動電極（以下 Z 軸の可動電極と称する）を形成するポリシリコンの四角形の板からなる重りと、この重りの上面に間隔を隔てて設けられ、その下面が固定電極（以下 Z 軸の第 1 の固定電極と称する）を形成する上部電極板と、この重りの各角にそれぞれ結合され、こ

の重りを横方向、奥行方向および上下方向（以下X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向と称する）に変位自在に支持するポリシリコンの梁と、この重りのY軸方向の側面にこの側面に対し直角方向に間隔をおいて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなるX軸の可動電極と、この重りのX軸方向の側面にこの側面に対し直角方向に間隔をおいて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなるY軸の可動電極と、この重りの下面のZ軸の可動電極に対向して前記シリコン基板の上面に設けられたZ軸の第2の固定電極と、X軸の可動電極の各電極の間、その一方の電極およびその他方の電極にそれぞれ間隔を隔てて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなるX軸の第1の固定電極および第2の固定電極と、Y軸の可動電極の各電極の間に、その一方の電極およびその他方の電極にそれぞれ間隔を隔てて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなるY軸の第1の固定電極および第2の固定電極とからなるようにする。前記のシリコン基板の上面のZ軸の第2の固定電極をこのシリコン基板に不純物の拡散によって形成すると好便である。また、前記のX、Y、Z軸のそれぞれの可動電極と第1あるいは第2の固定電極とが対向する面積を S_x 、 S_y 、 S_z とし、これら電極の間隔を D_x 、 D_y 、 D_z とし、各X、Y、Z軸方向に同じ加速度が加わったときの重りの変位を ΔD_x 、 ΔD_y 、 ΔD_z とすると、

$$S_x/D_x = S_y/D_y = S_z/D_z \\ S_x/(D_x - \Delta D_x) = S_y/(D_y - \Delta D_y) = S_z/(D_z - \Delta D_z)$$

の関係が成立するように各軸の可動電極と第1あるいは第2の固定電極を形成すると好適である。更にまた、重りに板厚方向の複数個の孔を設けると好適である。

・【0015】

・【作用】本発明の加速度センサでは、重りにX軸方向の加速度が加わると、梁はX軸方向に撓み重りはX軸方向に変位する。この重りの変位によって、例えばX軸の可動電極とX軸の第1の固定電極とは接近してこの間の静電容量は増大し、X軸の可動電極とX軸の第2の固定電極とは離れてこの間の静電容量は減少する。これは静電容量の変化値からX軸方向の加速度を検出できる。また、重りにY軸方向の加速度が加わると、梁はY軸方向に撓み重りはY軸方向に変位する。この重りの変位によって、例えばY軸の可動電極とY軸の第1の固定電極とは接近してこの間の静電容量は増大し、Y軸の可動電極とY軸の第2の固定電極とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量変化値からY軸方向の加速度を検出できる。更にまた、重りにZ軸方向の加速度が加わると、梁はZ軸方向に撓み重りはZ軸方向に変位する。この重りの変位によって、例えばZ軸の可動電極とZ軸の第1の固定電極とは接近してこの間の静電容量は増大し、Z軸の可動電極とZ軸の第2の固定電極とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の変

化値からZ軸方向の加速度を検出できる。このようにして、X、Y、Zの3軸方向の加速度が検出できる。

・【0016】また、シリコン基板の上面のZ軸の第2の固定電極は、このシリコン基板に不純物を拡散することで固有抵抗を低下させ、導電性シリコンとすることで形成できる。更にまた、X、Y、Z軸のそれぞれの可動電極と第1あるいは第2の固定電極とが対向する面積を S_x 、 S_y 、 S_z とし、これら電極の間隔を D_x 、 D_y 、 D_z とし、各X、Y、Z軸方向に同じ加速度が加わったときの重りの変位を ΔD_x 、 ΔD_y 、 ΔD_z とすると、

$$S_x/D_x = S_y/D_y = S_z/D_z \\ S_x/(D_x - \Delta D_x) = S_y/(D_y - \Delta D_y) = S_z/(D_z - \Delta D_z)$$

の関係が成立するように各軸の可動電極と第1あるいは第2の固定電極を形成すると、各軸の可動電極と第1あるいは第2の固定電極間の静電容量、および加速度が加わったときの静電容量の変化値を等しくでき、信号処理回路が簡単化される。

・【0017】更にまた、重りに板厚方向に複数個の孔を設けることにより、この孔が逃げとなってこの重りがZ軸方向に変化したとき、この重りと上部電極板あるいはシリコン基板との間の気体の粘性によって発生する、所謂、スクィーズフィルム効果による流体反力が低減され、加速度センサとしての周波数応答が高められる。

・【0018】

・【実施例】図1および図2は本発明の3軸容量形の加速度センサの一実施例を示し、図1(a)は平面図、図1(b)は図1(a)のA-A断面図、図2は図1(b)のB-B断面図である。図1および図2において、この加速度センサはX・Y軸面のシリコン基板30と、このシリコン基板30の上面に間隔を隔てて設けられ、その上面および下面が、Z軸の可動電極32Zを形成するポリシリコンの四角形の板状の重り31と、この重り31の上面に間隔を隔てて設けられ、その各角がポリシリコンの支持柱38を介してシリコン基板30に固定され、その下面がZ軸の第1の固定電極35Zを形成するポリシリコンの上部電極板39と、この重り31の各角にそれぞれその一方の端部が結合され、その他方の端部がポリシリコンの支持柱38を介しシリコン基板30に固定され、重り31をX軸方向、Y軸方向およびZ軸方向に変位自在に支持するポリシリコンの4個の梁34と、重り31のY軸方向の対向する両側面に、この両側面に対し直角方向に、間隔をおいて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなるX軸の可動電極32Xと、重り31のX軸方向の対向する両側面に、この両側面に対し直角方向に間隔をおいて設けられたポリシリコンの複数個の電極からなるY軸の可動電極32Yと、重り31の下面のZ軸の可動電極32Zに対向してシリコン基板30の上面に、例えば不純物の拡散によって形成された第2の固定電極36Zと、X軸の可動電極32Xの各電極間

に、それぞれその一方の電極およびその他方の電極に間隔を隔てて設けられ、それらの下面がシリコン基板 30 に固定されたポリシリコンの複数個の電極からなる X 軸の第 1 の固定電極 35 X および第 2 の固定電極 36 X と、Y 軸の可動電極 32 Y の各電極間に、それぞれその一方の電極およびその他方の電極に間隔を隔てて設けられ、それらの下面がシリコン基板 30 に固定されたポリシリコンの複数個の電極からなる Y 軸の第 1 の固定電極 35 Y および第 2 の固定電極 36 Y とで構成され、これら X 軸、Y 軸、Z 軸の各可動電極 32 X、32 Y、32 Z から重り 31 および梁 34 を介し、端子 S_0 が、X 軸の第 1 の固定電極 35 X から端子 S_{X1} が、X 軸の第 2 の固定電極 36 X から端子 S_{X2} が、Y 軸の第 1 の固定電極 35 Y から端子 S_{Y1} が、Y 軸の第 2 の固定電極 36 Y から端子 S_{Y2} が、Z 軸の第 1 の固定電極 35 Z から端子 S_{Z1} が、Z 軸の第 2 の固定電極 36 Z から端子 S_{Z2} がそれぞれ引き出される。なお、結線は簡単なため、X 軸および Y 軸の固定電極は片側だけ記入してある。そして、通常 N_2 あるいは乾燥空気などの不活性気体が封入された密閉容器にシリコン基板 30 を介して収納される。

・【0019】ここで、シリコン基板 30 は固有抵抗の高い、例えば 10^6 オームセンチ程度の絶縁性のシリコンからなり、このシリコン基板 30 に不純物を拡散して形成した第 2 の固定電極 36 Z の固有抵抗は、例えば $1 \sim 10^3$ オームセンチ程度の導電性シリコンとなっている。また、ポリシリコンは同様不純物がドーピングされて、固有抵抗は、例えば $1 \sim 10^3$ オームセンチ程度の導電性シリコンとなっている。

・【0020】この加速度センサの動作は次の通りである。まず、重り 31 に X 軸方向の加速度が加わると、梁 34 はその他方の端部の支持点を支点として X 軸方向に撓み、重り 31 は X 軸方向に変位する。この重り 31 の変位によって、例えば X 軸の可動電極 32 X と X 軸の第 1 の固定電極 35 X とは接近してこの間の静電容量は増大し、X 軸の可動電極 32 X と X 軸の第 2 の固定電極 36 X とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の変化値を端子 S_0 、 S_{X1} 間および端子 S_0 、 S_{X2} 間から取り出し、差動増幅器などによって信号処理を行って加えられた X 軸方向の加速度を検出する。また、重り 31 に Y 軸方向の加速度が加わると、梁 34 はその他方の端部の支持点を支点として Y 軸方向に撓み、重り 31 は Y 軸方向に変位する。この重り 31 の変位によって、例えば可動電極 32 Y と第 1 の固定電極 35 Y とは接近してこの間の静電容量は増大し、可動電極 32 Y と第 2 の固定電極 36 Y とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の変化値を端子 S_0 、 S_{Y1} 間および端子 S_0 、 S_{Y2} 間から取り出し、同様差動増幅器などによって信号処理を行って加えられた Y 軸方向の加速度を検出する。更にまた、重り 31 に Z 軸方向の加速度が加わると、梁 34 はその他方の端部の支持点を支点として Z 軸方向に撓み、重り 31 は Z 軸方向に変位する。この重り 31 の変位によって、例えば可動電極 32 Z と第 1 の固定電極 35 Z とは接近してこの間の静電容量は増大し、可動電極 32 Z と第 2 の固定電極 36 Z とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の変化値を端子 S_0 、 S_{Z1} 間および端子 S_0 、 S_{Z2} 間から取り出し、同様差動増幅器などによって信号処理を行って加えられた Z 軸方向の加速度を検出する。

$$S_X / D_X = S_Y / D_Y = S_Z / D_Z \quad \dots \text{式 (1)}$$

$$S_X / (D_X - \Delta D_X) = S_Y / (D_Y - \Delta D_Y) = S_Z / (D_Z - \Delta D_Z) \quad \dots \text{式 (2)}$$

また、重り 31 に設けられた板厚方向の複数個の孔 37 は、重り 31 が Z 軸方向に変位したとき、この孔 37 が逃げとなって、重り 31 と上部電極板 39 あるいはシリコン基板 30 との間の気体の粘性によって発生する、所謂、スキューズフィルム効果による流体反力を低減させるものである。これによって周波数応答が高められる。なお、この加速度センサは 4 個の梁 34 で支持されるので、重り 31 にはこれら梁により充分なダンピングが加えられる。

・【0023】この加速度センサは、前述の新しく提案された一方向を検出する容量形の加速度センサと同様、多

* 6 X とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の変化値を端子 S_0 、 S_{X1} 間および端子 S_0 、 S_{X2} 間から取り出し、差動増幅器などによって信号処理を行って加えられた X 軸方向の加速度を検出する。また、重り 31 に Y 軸方向の加速度が加わると、梁 34 はその他方の端部の支持点を支点として Y 軸方向に撓み、重り 31 は Y 軸方向に変位する。この重り 31 の変位によって、例えば可動電極 32 Y と第 1 の固定電極 35 Y とは接近してこの間の静電容量は増大し、可動電極 32 Y と第 2 の固定電極 36 Y とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の変化値を端子 S_0 、 S_{Y1} 間および端子 S_0 、 S_{Y2} 間から取り出し、同様差動増幅器などによって信号処理を行って加えられた Y 軸方向の加速度を検出する。更にまた、重り 31 に Z 軸方向の加速度が加わると、梁 34 はその他方の端部の支持点を支点として Z 軸方向に撓み、重り 31 は Z 軸方向に変位する。この重り 31 の変位によって、例えば可動電極 32 Z と第 1 の固定電極 35 Z とは接近してこの間の静電容量は増大し、可動電極 32 Z と第 2 の固定電極 36 Z とは離れてこの間の静電容量は減少する。これら静電容量の変化値を端子 S_0 、 S_{Z1} 間および端子 S_0 、 S_{Z2} 間から取り出し、同様差動増幅器などによって信号処理を行って加えられた Z 軸方向の加速度を検出する。

・【0022】

・【数 1】

層マイクロマシン技術によって製造される。この加速度センサは 3 軸方向の加速度が検出でき、かつ重り 30 の各角を 4 個の梁 34 で支持する構造となっているので衝撃に強く、更に製造工程において、例えばガラス工程のような半導体製造プロセスと異なる工程がないので、低コストとなる。

・【0024】

・【発明の効果】本発明の加速度センサは 1 個の加速度センサで 3 軸方向の加速度の検出が可能であり、例えば自動車の加速度状態、揺れの状態などを検出し、その検出信号を処理してエアバックシステムなどの各種制御に用

いるとき、この1個の加速度センサだけですみコストが低下する。

・【図面の簡単な説明】

・【図1】 本発明の加速度センサの一実施例を示し、

・(a) は平面図、(b) は(a)のA-A断面図

・【図2】 図1(b)のB-B断面図

・【図3】 従来の加速度センサの一例を示し(a)は縦断面図、(b)は(a)のC-C横断面図

・【図4】 従来の加速度センサの異なる例を示し(a)は縦断面図、(b)は(a)のD-D横断面図

・【図5】 従来の加速度センサの更に異なる例を示し、

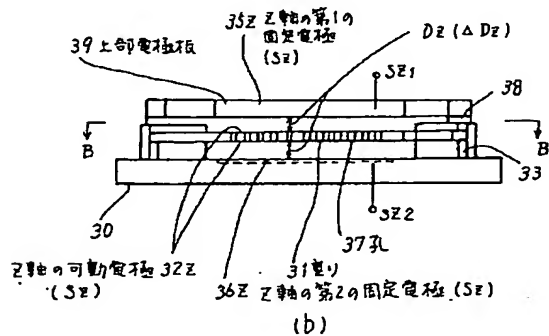
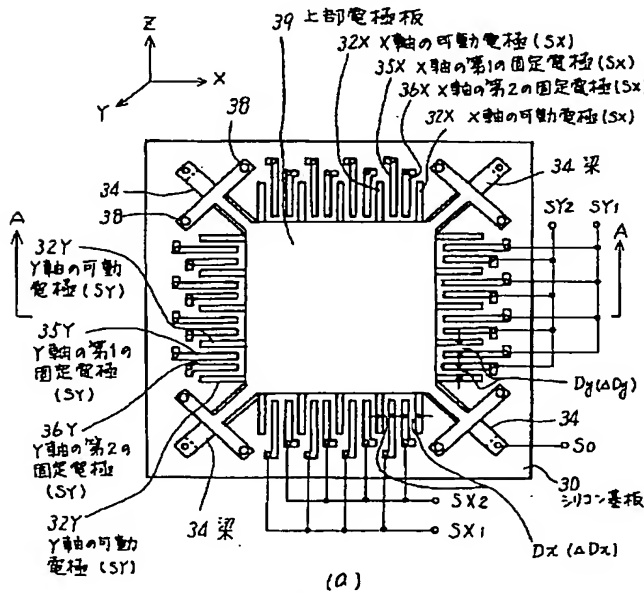
・(a)は斜視図、(b)は(a)の要部断面図

・【符号の説明】

30 シリコン基板

*

・【図1】



* 31 重り

32 X X軸の可動電極

32 Y Y軸の可動電極

32 Z Z軸の可動電極

34 梁

35 X X軸の一方の固定電極

35 Y Y軸の一方の固定電極

35 Z Z軸の一方の固定電極

36 X X軸の他方の固定電極

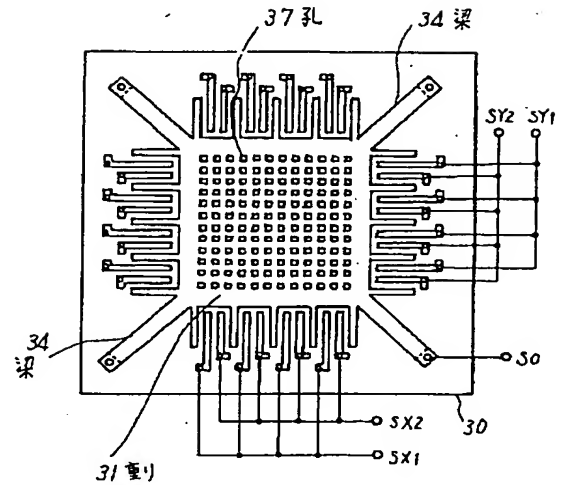
10 36 Y Y軸の他方の固定電極

36 Z Z軸の他方の固定電極

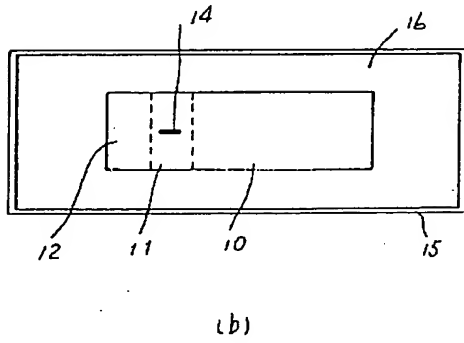
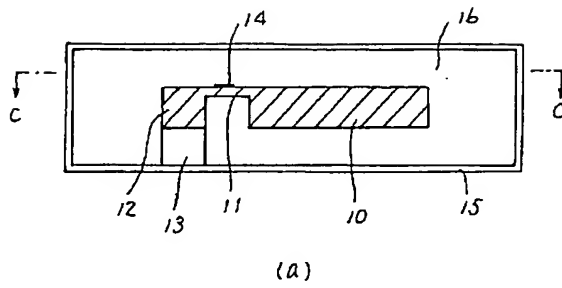
37 孔

39 上部電極板

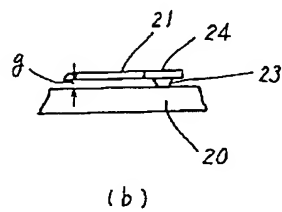
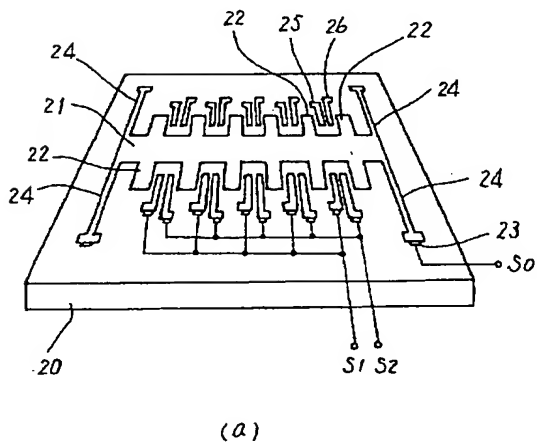
・【図2】



・【図 3】



・【図 5】



・【図 4】

